



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

REC'D 03 MAY 2004

WIPO PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03022209.5

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY



Anmeldung Nr:  
Application no.: 03022209.5  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 30.09.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München  
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Gasturbine, Temperaturmessenrichtung und Regelung für die Heissgastemperatur  
einer Gasturbine

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)

Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

DE/28.03.03/DE 10314389

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

F23M/

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT RO SE SI SK TR LI

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

Gasturbine, Temperaturmesseinrichtung und Regelung für die Heißgastemperatur einer Gasturbine

5

Die Erfindung betrifft eine Gasturbine, insbesondere eine stationäre Gasturbine zur Stromerzeugung, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Temperaturmesseinrichtung zur Erfassung der Temperatur des Luftstroms einer Gasturbine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 5. Des weiteren betrifft 10 die Erfindung eine Regelung für die Heißgastemperatur einer Gasturbine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 6.

Es ist bekannt, dass stationäre Gasturbinen zur Erzeugung von 15 mechanischer Energie eingesetzt werden, die mittels eines Generators meist in elektrische Energie umgewandelt wird. In der Gasturbine wird dazu ein fossiler Brennstoff mit einem von dem Verdichter verdichteten Luftstrom zu einem Heißgas verbrannt, das sich anschließend in einer Turbine am Rotor 20 arbeitsleistend entspannt. Die Gasturbine wird dabei so betrieben, dass ausreichend Energie an der Rotorwelle zur Erzeugung der elektrischen Energie abgegeben wird, wobei eine maximale Temperatur des Heißgases am Turbineneintritt nicht überschritten werden soll.

25

Die Turbineneintrittstemperatur ist aufgrund ihrer hohen Werte nicht unmittelbar messbar. Daher wird die am Turbinenaustritt herrschende Temperatur des Abgases erfasst, aus der sich dann die Turbineneintrittstemperatur rechnerisch be- 30 stimmen lässt. Über die Menge des in die Brennkammer eingebrachten Brennstoffs ist die Turbinenaustrittstemperatur und somit indirekt auch die Turbineneintrittstemperatur regelbar, wobei diese auch von der Temperatur der Luft am Verdichtereintritt abhängig sind. Zur Vereinfachung der Regelung der 35 Gasturbine wird eine Hilfsgröße mittels eines mathematischen Modells berechnet, bei welcher die Abhängigkeit der Turbinenaustrittstemperatur von der Verdichtereintrittstemperatur

nicht mehr vorhanden ist. Diese Hilfsgröße wird als korrigierte Turbinenaustrittstemperatur bezeichnet. Sie ist lediglich von der Menge des verbrauchten Brennstoffs abhängig, so dass sich eine einfache Regelung der Gasturbine ergibt. Die  
5 Regelung ist zwar ferner von der Netzfrequenz des vom Generator erzeugten Stromes abhängig, jedoch bleibt dieser Einfluss hier unberücksichtigt.

Zur Leistungssteigerung der Gasturbine kann dem vom Verdichter angesaugten Luftstrom noch vor der Verdichtung Wasser  
10 zugeführt werden, um den Massenstrom durch die Gasturbine zu erhöhen. Dieser Betrieb ist allgemein als Wet-Compression-Betrieb oder als "Nasse Verdichtung" bekannt.

15 Die Temperatur der angesaugten Luft weicht regelmäßig von der Temperatur der eingedüsten Flüssigkeit ab. Da die am Eintritt des Verdichters angebrachten Temperaturmessenrichtungen zur Messung der Lufttemperaturen von der eingebrachten Flüssigkeit benetzt werden, erfassen die Temperaturmessenrichtungen  
20 nicht die Temperatur der Luft, sondern die der Flüssigkeit.

Wenn dann aufgrund einer nach der Messung scheinbar höheren Verdichtereintrittstemperatur eine niedrigere Turbinenaustrittstemperatur bestimmt wird als die tatsächlich vorhandene, erhöht der Regler der Gasturbine die Brennstoffzufuhr  
25 in die Brennkammer, um den vermeintlichen Unterschied zu kompensieren. Dabei wird jedoch die Gasturbine überfeuert, d.h. die tatsächliche Turbineneintrittstemperatur kann größer als die maximal erlaubte Turbineneintrittstemperatur werden. Die  
30 Gasturbine wird unterfeuert, wenn eine niedrigere Verdichtereintrittstemperatur gemessen wird als die tatsächliche.

Die Überfeuerung der Gasturbine kann zu einer Überhitzung der heißgasbeaufschlagten Komponenten und somit zu einer Verringerung ihrer Lebensdauer führen, oder auch zu Defekten.  
35 Dagegen führt die Unterfeuerung der Gasturbine zu einem Leistungsverlust.

Die Aufgabe der Erfindung ist eine Gasturbine, bei der im Wet-Compression-Betrieb die Lebensdauer der heißgasbeaufschlagten Komponenten erhöht und trotzdem eine größtmögliche Leistungsabgabe erreicht wird. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist die Erzielung einer Regelung, die einen solchen Betrieb realisiert. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung eine dazu entsprechende Temperaturmesseinrichtung anzugeben.

- 5 Die Aufgabe der Erfindung ist eine Gasturbine, bei der im Wet-Compression-Betrieb die Lebensdauer der heißgasbeaufschlagten Komponenten erhöht und trotzdem eine größtmögliche Leistungsabgabe erreicht wird. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist die Erzielung einer Regelung, die einen solchen Betrieb realisiert. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung eine dazu entsprechende Temperaturmesseinrichtung anzugeben.
- 10 Die auf die Gasturbine gerichtete Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Lösung sieht vor, dass die Temperaturmesseinrichtung in Strömungsrichtung der Luft gesehen vor der Eindüsvorrichtung angeordnet ist und dass die Temperatur des Luftstromes am Eintritt des Verdichters mittels der gemessenen Lufttemperatur berechnet wird. Daher kann die eingebrachte Flüssigkeit die Temperaturmesseinrichtungen nicht benetzen, so dass immer die Temperatur des angesaugten Luftstroms gemessen wird. Ein einfacher Schutz der Temperaturmesseinrichtungen mittels Schutzrohre behebt das Problem nicht, da die Temperaturmess-einrichtungen für diesen Fall die Temperatur der Schutzrohre messen würde, die mit der Flüssigkeit benetzt wären.

25 In einer vorteilhaften Weiterbildung ist die Feuchte des Luftstroms mittels Luftfeuchte-Messeinrichtungen vor der Eindüsvorrichtung bestimmbar. Durch die Kenntnis der Luftfeuchte und Lufttemperatur des angesaugten Luftstroms kann eine Verdunstung der eingebrachten Flüssigkeit auf dem Weg bis zu dem Verdichtereintritt bestimmt werden. Unter Einbeziehung der Luftfeuchte kann die Berechnung der Temperatur am Eintritt des Verdichters besonders genau erfolgen.

- 30 eine Verdunstung der eingebrachten Flüssigkeit auf dem Weg bis zu dem Verdichtereintritt bestimmt werden. Unter Einbeziehung der Luftfeuchte kann die Berechnung der Temperatur am Eintritt des Verdichters besonders genau erfolgen.
- 35 Wenn die Temperatur des Luftstroms am Verdichtereintritt mittels einer Funktion anhand von Lufttemperatur- und

Feuchteverteilungen berechnet wird, ist diese besonders einfach möglich.

5 In einer vorteilhaften Weiterbildung sind die Lufttemperatur- und Feuchteverteilungen in Form von Diagrammen vorgebbar, so dass die Abhängigkeit der Verdunstung der eingedüsten Flüssigkeit im Luftstrom besonders einfach darstellbar ist. Dies trägt zu einer einfachen Berechnung bei.

10 Die auf die Temperaturmesseinrichtung gerichtete Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 5 gelöst. Die Vorteile der Temperaturmesseinrichtung entsprechen sinngemäß denen der Gasturbine.

15 Die auf die Regelung gerichtete Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 6 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

20 Die Lösung sieht vor, dass die Temperaturmesseinrichtung vor der Eindüsvorrichtung angeordnet ist und dass die Lufttemperatur des Luftstromes am Eintritt des Verdichters mittels der gemessenen Temperatur berechnet wird. Die Vorteile der Regelung entsprechen sinngemäß denen der Gasturbine.

25 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Regelung wird mit einer 100%igen Evaporierung eine minimal mögliche Temperatur bestimmt, die als Ersatz für die Temperatur am Eintritt des Verdichters verwandt wird. Es wird dabei angenommen, dass die durch die Eindüsvorrichtung eingebrachte Flüssigkeit soweit  
30 verdampft, dass sich eine relative Luftfeuchte von 100% am Verdichtereintritt einstellt. Unter dieser Annahme kann in Verbindung mit der gemessenen Luftfeuchte und Lufttemperatur eine minimal erreichbare (kleinstmögliche) Temperatur am  
35 des Luftstromes am Eintritt des Verdichters die minimal mögliche Temperatur verwendet, so ist die tatsächlich herrschende Temperatur am Verdichtereintritt immer größer als

die minimal mögliche Temperatur, da eine Luftfeuchte von 100% ohne äußere Einwirkungen nie erreicht wird. Für diesen Fall wird die Gasturbine immer unterfeuert. Ein Überhitzen der heißgasbeaufschlagten Komponenten wird somit vermieden, so  
5 dass die Lebensdauer der Komponenten nicht verringert wird.

Eine verbesserte Regelung der Gasturbine ergibt sich, wenn die Temperatur des Luftstroms am Eintritt des Verdichters unter Berücksichtigung der tatsächlichen Evaporierung der  
10 eingedüsten Flüssigkeit im Luftstrom berechnet wird. Es wird ein Wirkungsgrad für die Evaporierung durch Berechnungen und/oder Versuche ermittelt, aus dem sich mit Hilfe der minimalen möglichen Temperatur die am Verdichtereintritt herrschende Lufttemperatur bestimmt wird. Mit dieser Regelung  
15 ist es möglich, sich die realen Bedingungen bezüglich der Verdunstung der eingebrachten Flüssigkeit auf dem Weg bis zum Verdichtereintritt abzubilden, und so einen sicheren und leistungsstärkeren Betrieb der Gasturbine herzustellen, der ein über- wie unterfeuern der Gasturbine vermeidet.

20 In einer bevorzugten Ausgestaltung der Regelung wird die Menge der eingedüsten Flüssigkeit in den Luftstrom in Abhängigkeit der Evaporierung geändert. Üblicherweise sind die Verdichter von Gasturbinen für eine vorbestimmte Flüssig-  
25 keitsmenge dimensioniert, die während der Verdichtung verdampft. Durch die Evaporierung verdampft jedoch bereits vor der Verdichtung ein geringer Anteil der eingedüsten Flüssigkeit, so dass der Verdichter nicht im optimalen Bereich betrieben wird. Durch eine Anpassung der Menge der  
30 eingedüsten Flüssigkeit kann dieser Nachteil umgangen werden.

Der Wirkungsgrad der Evaporierung, der im wesentlichen von der Tröpfchencharakteristik sowie der Geometrie, d.h. von der räumlichen Anordnung der Komponenten eines Verdichters abhän-  
35 gig ist, kann aus Versuchen abgeschätzt und/oder Berechnungen ermittelt werden, die dann in Modellen oder Formeln im Regler hinterlegt werden. Durch das Vermeiden der Unterfeuerung wird

die Leistungsausbeute der Gasturbine erhöht und durch das Verhindern der Überfeuerung der Gasturbine wird die Lebensdauer der heißgasführenden Komponenten nicht beeinträchtigt.

- 5 Die Vorteile der Regelung entsprechen sinngemäß den Vorteilen der Gasturbine.

Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung erläutert. Dabei zeigt

10

Fig. 1 eine Gasturbinenanlage und

Fig. 2 ein Ansaughaus einer Gasturbine gemäß Fig. 1.

15

Fig. 1 zeigt schematisch eine Gasturbinenanlage zur Umwandlung fossiler Energie in elektrische Energie mittels einer Gasturbine 1 und eines daran angekoppelten Generators 2. Die stationäre Gasturbine 1 weist im wesentlichen einen Verdichter 3, eine Brennkammer 5 und ein Turbinenteil 7 auf. Der Verdichter 3 ist mit dem Turbinenteil 7 und dem Generator 2 über eine gemeinsame Rotorwelle 10 verbunden.

20

Beim Betrieb der Gasturbine 1 wird vom Verdichter 3 Luft durch ein Ansaughaus 11 angesaugt und verdichtet. Die verdichtete Luft wird in einem Brenner mit einem Brennmittel B, welches durch ein Absperrorgan 8 zuführbar ist, vermischt und der Brennkammer 5 zugeführt. Das Gemisch verbrennt beim Be-

25

trieb zu einem Heißgas H, welches anschließend in den Turbinenteil 7 hineinströmt. Dort entspannt sich das Heißgas H und treibt dabei die Rotorwelle 10 an. Danach verlässt das Heißgas H als Abgas A in einen nicht weiter dargestellten Abgaskanal die Gasturbine 1. Die Rotorwelle 10 treibt den

30

Verdichter 3 als auch den Generator 2 an.

Zur Regelung des Betriebs der Gasturbine 1 wird die Temperatur  $T_{AT}$  des Heißgases H am Austritt 6 des Turbinenteils 7 mittels einer Temperaturmesseinrichtung  $M_{AT}$  überwacht, da die



am Eintritt 14 des Turbinenteils 7 herrschende Temperatur  $T_{T1}$  des Heißgases H nicht messbar ist. Über die Menge des eingebrachten Brennmittels B in die Brennkammer 5 kann sowohl die Leistung der Gasturbine 1 als auch die Turbinenaustritts-  
5 temperatur  $T_{AT}$  und somit indirekt die Turbineneintrittstemperatur  $T_{T1}$  geregelt werden. Eine Erhöhung des Volumenstroms des Brennmittels B in die Gasturbine 1 führt zu einer höheren Temperatur des Heißgases H und zu einer Leistungssteigerung der Gasturbine 1. Dazu regelt der Regler 13 das Absperrorgan  
10 8, welches er über seinen Ausgang ansteuert.

Da die Turbineneintrittstemperatur  $T_{T1}$  auch von der Temperatur  $T_{V1}$  des angesaugten Luftstroms L vor dem Verdichter 3 abhängig ist, wird diese ebenfalls stetig d.h. während der  
15 gesamten Betriebsdauer zyklisch wiederkehrend erfasst oder bestimmt.

Mittels des Reglers 13 wird die Abhängigkeit der Turbinenaustrittstemperatur  $T_{AT}$  von der Lufttemperatur  $T_{V1}$  eliminiert,  
20 indem eine korrigierte Turbinenaustrittstemperatur  $T_{ATK}$  gemäß

$$T_{ATK} = T_{AK} - k_1 \cdot T_{V1} \quad (1)$$

als Hilfsgröße bestimmt wird. Die korrigierte Turbinenaustrittstemperatur  $T_{ATK}$  ist demnach nur vom Brennmittleinsatz B abhängig, so dass die Gasturbine 1 durch die Regelung der  
25 korrigierten Turbinenaustrittstemperatur  $T_{ATK}$  als Regelgröße und mit der Einstellung des Volumenstroms des Brennmittels B als Stellgröße leichter geregelt werden kann. Die korrigierte Turbinenaustrittstemperatur  $T_{ATK}$  könnte auch anhand einer quadratischen Gleichung oder anhand von anderen Funktionen  
30 ermittelt werden.

Der Regler 13 weist einen Eingang auf, an dem der Sollwert  $T_{Soll}$  der korrigierten Turbinenaustrittstemperatur einstellbar ist. Im Regler 13 erfolgt der Vergleich des Sollwerts  $T_{Soll}$   
35 mit der bestimmten korrigierten Turbinenaustrittstemperatur  $T_{ATK}$ . Ist der Istwert, die korrigierte Turbinenaustritts-

temperatur  $T_{ATK}$  kleiner - größer - als der Sollwert  $T_{Soll}$ , so erhöht - erniedrigt - der Regler 13 über das Absperrorgan 8 die Brennmittelzufuhr.

- 5 Wird die Gasturbine 1 ohne das Einbringen einer Flüssigkeit in den Luftstrom L betrieben, so kann mit der vor dem Ansaughaus 11 angeordneten Temperaturmesseinrichtung  $M_{LU}$  direkt die am Verdichtereintritt 12 herrschende Temperatur  $T_{V1}$  des Luftstroms gemessen werden.

10

In Fig. 2 ist das Ansaughaus 11 der Gasturbine 1 gezeigt. Die Temperaturmesseinrichtungen  $M_{TU}$  sind dabei oberhalb einer Eindüsvorrichtung 9 angeordnet, so dass die eingebrachte Flüssigkeit W die Temperaturmesseinrichtungen  $M_{TU}$  und die

15

Luftfeuchte-Messeinrichtungen  $M_{FU}$  nicht benetzen.

Beim Wet-Compression-Betrieb wird in den angesaugten Luftstrom L im Ansaughaus 11 über die Eindüsvorrichtung 9 eine Flüssigkeit W, insbesondere Wasser, eingedüst.

20

Stromaufwärts des Ansaughauses 11 wird die Temperatur  $T_V$  der angesaugten Luft mittels der Temperaturmesseinrichtungen  $M_{LU}$  und die Luftfeuchte  $F_V$  mittels der Luftfeuchte-Messeinrichtungen  $M_{FU}$  bestimmt. Deren Ausgänge sind mit den Eingängen

25

des Reglers 13 verbunden.

In Abhängigkeit der gemessenen Werte und in Verbindung anhand von Modellen wird im Regler 13 die zur Regelung nötige am Eintritt 12 des Verdichters 3 herrschende Temperatur  $T_{V1}$

30

bestimmt. Somit kann die Regelung der Gasturbine 1 durch die Regelung der Turbinenaustrittstemperatur  $T_{ATK}$  unter Anwendung der Gleichung (1) mittels der Menge des eingedüsten Brennmittels B erfolgen.

35

Ist ein Betrieb der Gasturbine 1 mit dem Eindüsen einer Flüssigkeit W in den vom Verdichter 3 angesaugten Luftstrom L vorgesehen, so sind zwei unterschiedliche Regelungen möglich:

die Regelung mit einer theoretischen Evaporierung, die zu einer angenommenen Luftfeuchte von 100% führt, und eine angepassten Regelung mit einer variablen Evaporierung.

- 5 Bei der Regelung mit der theoretischen Evaporierung wird angenommen, dass von der eingedüsten Flüssigkeit soviel evaporiert ist, dass es zu einer 100%igen Luftfeuchte im angesaugten Luftstrom L am Verdichtereintritt 12 kommt. Unter dieser Annahme wird anhand der gemessenen Temperatur  $T_U$  und
- 10 Luftfeuchte  $F_U$  des Luftstromes L eine minimal erreichbare Temperatur  $T_{WetBulb}$  bestimmt, die die Temperatur  $T_{V1}$  am Verdichtereintritt 12 ersetzt. Die so bestimmte Verdichtereintrittstemperatur  $T_{V1}$  kann rechnerisch als auch aus Diagrammen, die in elektronischer Form in der Messtechnik abgebildet
- 15 sind oder auch mittels mathematischer Formeln hergeleitet werden. Die Gleichung für den Regler 13 zur Bestimmung der korrigierten Turbinenaustrittstemperatur  $T_{ATK}$  lautet dann:

$$T_{ATK} = T_{AK} - k_1 \cdot T_{WetBulb} \quad (2)$$

- 20 Da eine Luftfeuchte von 100% im realen Betrieb nie erreicht wird, ist die tatsächliche Temperatur  $T_{V1}$  am Eintritt 12 des Verdichters 3 immer größer als die angenommene, minimal erreichbare. Durch die Verwendung der minimal erreichbaren Verdichtereintrittstemperatur  $T_{WetBulb}$  wird jeweils eine zu
- 25 große korrigierte Turbinenaustrittstemperatur  $T_{ATK}$  bestimmt, so dass der Regler 13 stets eine zu geringe Menge des Brennstoffes B dem Brenner zur Verfügung stellt. Das Überfeuern der Gasturbine 1 wird so verhindert. Demgemäss werden die heißgasbeaufschlagten Komponenten der Gasturbine 1 wie
- 30 Turbinenschaufeln, Führungsringe, Plattformen und Brennkammerhitzeschilder den bestimmungsgemäßen Temperaturen ausgesetzt und deren vorzeitige Ermüdung verhindert.

- Bei der angepassten Regelung der Gasturbine 1 wird eine am
- 35 Eintritt 12 des Verdichters 3 anstehende Luftfeuchte ermittelt, die jedoch kleiner als 100% ist und die sich in

Abhängigkeit der gemessenen Luftfeuchte  $F_U$ , der gemessenen Temperatur  $T_U$  des Luftstromes L und der Menge der durch die Eindüsvorrichtung 9 eingebrachten Flüssigkeit W bestimmen lässt. Zur dessen Berechnung wird der Wirkungsgrad  $\eta$  der Verdunstung der Flüssigkeit W im angesaugten Luftstrom L zur Bestimmung der Temperatur  $T_{v1}$  am Eintritt 12 des Verdichters 3 mit einbezogen.

Der Wirkungsgrad der Aufsättigung des Luftstroms L mit einer Flüssigkeit W kann gemäß

$$\eta = \frac{T_U - T_{v1}}{T_U - T_{wetBulb}} \quad (3)$$

errechnet werden.

Durch das Auflösen der Gleichung (3) nach  $T_{v1}$  und einsetzen in Gleichung (1) erhält man:

$$T_{ATK} = T_{AT} - k_1 \cdot [T_U - \eta \cdot (T_U - T_{wetBulb})] \quad (4)$$

Der von der Tröpfchencharakteristik des eingedüsten Wassers sowie der Geometrie, d.h. von der räumlichen Anordnung der Komponenten des Verdichters 3 abhängige Wirkungsgrad  $\eta$  der Evaporierung kann rechnerisch und/oder durch Versuche ermittelt werden, die dann anhand eines Modells oder eines Diagramm in elektronischer Form im Regler 13 hinterlegt ist.

Eine Evaporierung der Flüssigkeit W, die zu einer geringeren Luftfeuchte am Eintritt 12 des Verdichters 3 führt als 100%, beschreibt die realen Bedingungen besser, so dass eine verbesserte Regelung der Gasturbine 1 erfolgt.

Eine nach Gleichung (4) bestimmte korrigierte Turbinenaustrittstemperatur  $T_{ATK}$  ist kleiner als eine nach Gleichung (2) bestimmte korrigierte Turbinenaustrittstemperatur  $T_{ATK}$ , so dass Leistungsverluste durch eine als zu gering angenommene Turbineneintrittstemperatur  $T_{T1}$  vermieden werden.

Ferner kann die Menge an Flüssigkeit W, die vor Eintritt 12 in den Verdichter 3 verdampft, bestimmt werden, die dann zusätzlich über die Eindüsvorrichtung 9 eingedüst wird. Dies führt zu einer weiteren Leistungssteigerung der Gasturbine 1, da lediglich der bei der Verdichtung - also im Verdichter 3 - verdunstende Anteil der Flüssigkeit W zu einer Leistungssteigerung der Gasturbine 1 durch Wet-Compression beiträgt.

## Patentansprüche

1. Gasturbine (1), insbesondere eine stationäre Gasturbine zur Stromerzeugung,  
mit einer Eindüsvorrichtung (9) zum Eindüsen einer  
5 Flüssigkeit (W) in einen von einem Verdichter (3) ansaugbaren Luftstrom (L),  
mit dessen Hilfe ein Brennmittel (B) in einer nachgeordneten Brennkammer (5) unter Bildung eines Heißgases (H) verbrennbar ist, das sich beim Durchströmen des nachgeordneten  
10 Turbinenteils (7) entspannt, und  
mit einer Temperaturmesseinrichtung ( $M_{LU}$ ) zur Erfassung der Temperatur des Luftstroms (L),  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Temperaturmesseinrichtung ( $M_{TU}$ ) vor der  
15 Eindüsvorrichtung (9) angeordnet ist und  
dass die Temperatur ( $T_{v1}$ ) des Luftstromes (L) am Eintritt (12) des Verdichters (3) mittels der gemessenen Temperatur ( $T_v$ ) berechnet wird.
- 20 2. Gasturbine nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass vor der Eindüsvorrichtung (9) mittels Luftfeuchte-Messeinrichtungen ( $M_{FU}$ ) die Feuchte des Luftstroms (L) bestimmbar ist.
- 25 3. Gasturbine nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Temperatur ( $T_{v1}$ ) mittels einer Funktion anhand von Temperatur- und Feuchteverteilungen berechnet wird.
- 30 4. Gasturbine nach Anspruch 1, 2 oder 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Temperatur- und Feuchteverteilungen in Form von Diagrammen vorgebar sind.

5. Temperaturmesseinrichtung ( $M_{Tu}$ ) zur Erfassung der Temperatur des Luftstroms (L) vor dem Verdichter (3) einer Gasturbine (1), insbesondere einer stationären Gasturbine zur Stromerzeugung,

- 5 welche eine Eindüsvorrichtung (9) zum Eindüsen einer Flüssigkeit (W) in den von dem Verdichter (3) ansaugbaren Luftstrom (L) aufweist,  
mit dessen Hilfe ein Brennmittel (B) in einer nachgeordneten Brennkammer (5) unter Bildung eines Heißgases (H) verbrennbar  
10 ist, das sich beim Durchströmen des nachgeordneten Turbinenteils (7) entspannt,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Temperaturmesseinrichtung ( $M_{Tu}$ ) vor der Eindüsvorrichtung (9) angeordnet ist und  
15 dass die Temperatur ( $T_{v1}$ ) des Luftstromes (L) am Eintritt (12) des Verdichters (3) mittels der gemessenen Temperatur ( $T_u$ ) berechnet wird.

6. Regelung für die Heißgastemperatur eines Heißgases (H) einer Gasturbine (1), insbesondere einer stationären Gasturbine zur Stromerzeugung,  
20 die eine Eindüsvorrichtung (9) zum Eindüsen einer Flüssigkeit (W) in einen von einem Verdichter (3) ansaugbaren Luftstrom (L) aufweist,  
25 mit dessen Hilfe ein Brennmittel (B) in einer nachgeordneten Brennkammer (5) unter Bildung des Heißgases (H) verbrennt, das sich anschließend beim Durchströmen des nachgeordneten Turbinenteils (7) entspannt,  
mit einer die Temperatur des Luftstroms (L) vor dem Verdichter (3) erfassende Temperaturmesseinrichtung ( $M_{Tu}$ ),  
30 wobei die Heißgastemperatur durch die Menge des Brennmittels geregelt wird,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Temperaturmesseinrichtung ( $M_{Tu}$ ) vor der Eindüsvorrichtung (9) angeordnet ist und  
35 dass die Temperatur ( $T_{v1}$ ) des Luftstromes (L) am Eintritt (12) des Verdichters (3) mittels der gemessenen Temperatur

( $T_u$ ) berechnet wird.

7. Regelung nach Anspruch 6,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

5 dass die Heißgastemperatur am Austritt (6) des Turbinenteils  
(7) erfasst wird.

8. Regelung nach einem der Ansprüche 6 bis 7,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

10 dass vor der Eindüsvorrichtung (9) mittels Luftfeuchte-  
Messeinrichtungen ( $M_{Fu}$ ) die Feuchte ( $F_u$ ) des Luftstroms (L)  
bestimmbar ist.

9. Regelung nach einem der Ansprüche 6 bis 8,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die Temperatur ( $T_{v1}$ ) zu einer minimal möglichen  
Temperatur ( $T_{wetBulb}$ ) bestimmt wird, bei der eine derart große  
Evaporierung angenommen wird, dass am Eintritt (12) des  
Verdichter (3) eine 100%-ige Luftfeuchte ( $F_u$ ) herrscht.

20

10. Regelung nach einem der Ansprüche 6 bis 8,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die Temperatur ( $T_{v1}$ ) unter Berücksichtigung der  
Evaporierung der eingedüsten Flüssigkeit (W) im Luftstrom (L)  
25 berechnet wird.

11. Regelung nach einem der Ansprüche 6 bis 10,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die Menge der eingedüsten Flüssigkeit (W) in den Luft-  
30 strom (L) in Abhängigkeit der Evaporierung geändert wird.

12. Regelung nach einem der Ansprüche 6 bis 11,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die Flüssigkeit Wasser, insbesondere destilliertes  
35 Wasser ist.



13. Regelung nach einem der Ansprüche 6 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Temperatur ( $T_{v1}$ ) mittels einer Funktion anhand von  
Temperatur- und Feuchteverteilungen berechnet wird.

5

14. Regelung nach einem der Ansprüche 6 bis 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Funktionen in Form von Diagrammen vorgebbar sind.

## Zusammenfassung

5 Gasturbine, Temperaturmesseinrichtung und Regelung für die  
Heißgastemperatur einer Gasturbine

Die Erfindung betrifft eine Regelung für die  
Heißgastemperatur eines Heißgases (H) einer Gasturbine (1),  
insbesondere einer stationären Gasturbine zur Stromerzeugung,  
10 die eine Eindüsvorrichtung (9) zum Eindüsen einer Flüssigkeit  
(W) in einen von einem Verdichter (3) ansaugbaren Luftstrom  
(L) aufweist, mit dessen Hilfe ein Brennmittel (B) in einer  
nachgeordneten Brennkammer (5) unter Bildung des Heißgases  
(H) verbrennt, das sich anschließend beim Durchströmen des  
15 nachgeordneten Turbinenteils (7) entspannt, mit einer die  
Temperatur des Luftstroms (L) vor dem Verdichter (3)  
erfassende Temperaturmesseinrichtung ( $M_{TV}$ ), wobei die  
Heißgastemperatur durch die Menge des Brennmittels geregelt  
wird. Um eine Regelung anzugeben, bei der im Wet-Compression-  
20 Betrieb die Lebensdauer der heißgasbeaufschlagten Komponenten  
erhöht wird, wird vorgeschlagen, dass die  
Temperaturmesseinrichtung ( $M_{TV}$ ) vor der Eindüsvorrichtung (9)  
angeordnet ist und dass die Temperatur ( $T_{v1}$ ) des Luftstromes  
(L) am Eintritt (12) des Verdichters mittels der gemessenen  
25 Temperatur ( $T_u$ ) berechnet wird.

Hierzu Fig. 1

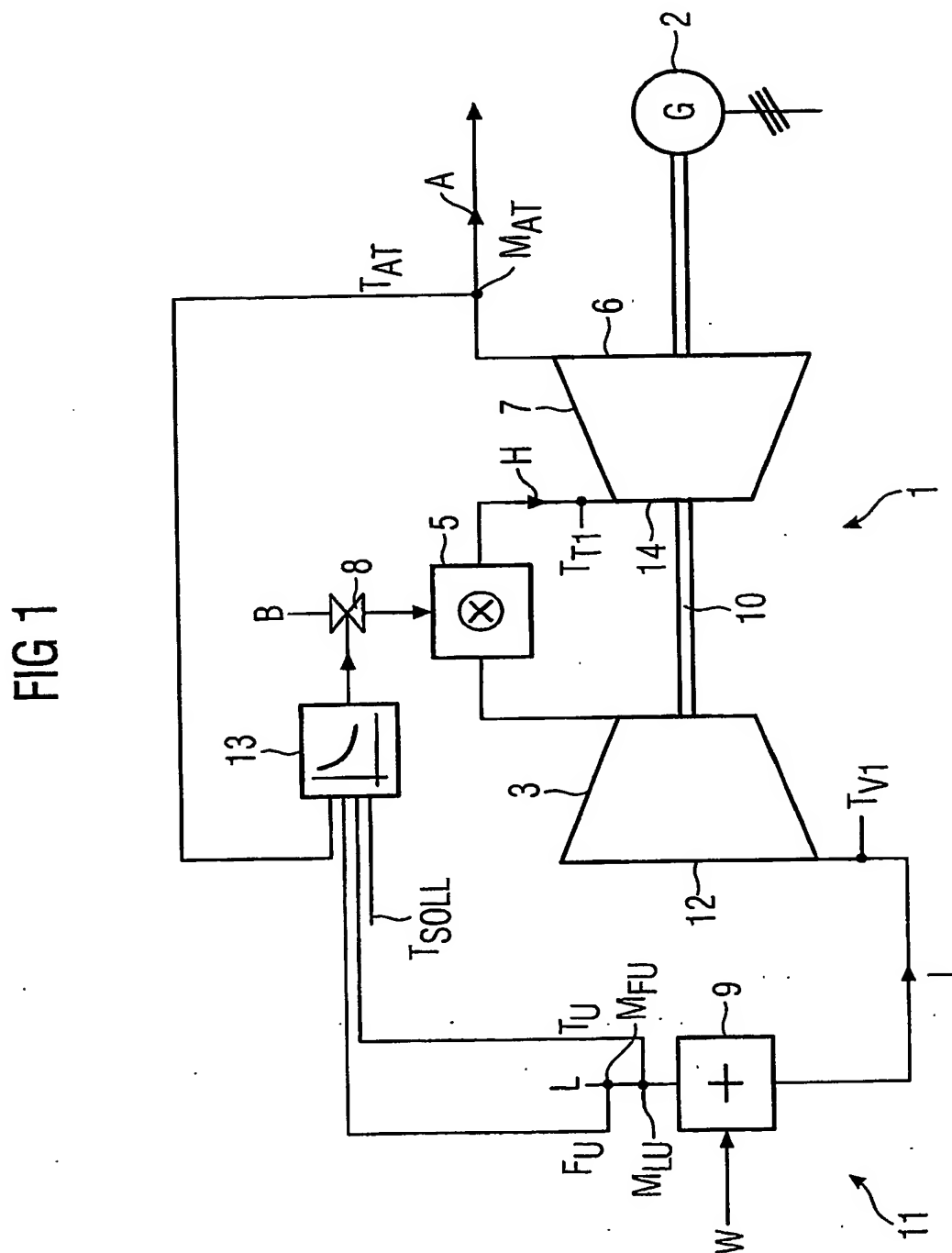


FIG 2

